

**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Curso de Agroecología.

**COMITÉ ACADÉMICO:** Desarrollo regional (rural y urbano).

**TÍTULO DEL TRABAJO:** ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL COMO COMBUSTIBLE ALTERNATIVO: SUS CONSECUENCIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LOS AGROECOSISTEMAS EN LA REPÚBLICA ARGENTINA.

**AUTOR/ES:** Iermanó María José.

**E-MAIL DE LOS AUTORES:** lajosecita@yahoo.com.ar

**PALABRAS CLAVES:** Agroecología, biocombustibles.

**PALAVRAS-CHAVES:** Agroecologia, biocombustíveis.

## RESUMEN

La hipótesis que se plantea es que la posibilidad de reemplazar el combustible fósil utilizado en la agricultura en Argentina por el biodiesel es inviable. El objetivo del trabajo es obtener estimaciones acerca de la superficie sembrada con las principales oleaginosas que es necesaria para materializar esta alternativa.

Para llevar a cabo este cálculo se han utilizado algunos datos estadísticos y otros técnicos pertenecientes a distintas fuentes. Los resultados indican que la superficie necesaria para cubrir el combustible demandado sólo por el agro argentino va desde 11 a 32 millones de hectáreas, según cultivo, lo que excede la actual superficie sembrada con las principales oleaginosas en el país. Esto tropieza con importantes limitantes ecológicas que hacen dudar de la sustentabilidad de esta alternativa.

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

En los últimos años ha crecido la conciencia sobre el impacto ambiental, social y cultural de ciertas prácticas de la agricultura moderna mecanizada, lo que ha llevado a un replanteo del modelo agrícola vigente hacia uno más sustentable (Gliessman 2001, Sarandón, 2002).

Estos problemas de la agricultura moderna hacen peligrar la posibilidad de mantener su capacidad productiva para las futuras generaciones. Es por esta razón que han aparecido importantes esfuerzos para lograr una agricultura más sustentable.

A pesar de que existen ciertas divergencias acerca de lo que significa la sustentabilidad, hay consenso acerca de que por lo menos 3 dimensiones u objetivos deben cumplirse simultáneamente: económicos-productivos, ecológicos y socioculturales. Es decir, que una agricultura sustentable deberá ser económicamente viable, ecológicamente adecuada y social y culturalmente aceptable.

Desde el punto de vista ecológico, entonces, debe buscarse una producción eficiente, pero conservando los recursos naturales, intra y extraprediales. Entre estos recursos, uno de los más importantes es el relacionado con la energía, en su mayoría, proveniente de fuentes no renovables. Según la FAO (2000), el 75% del uso primario de la energía a escala mundial está basado en combustibles fósiles (petróleo: 33%, gas: 19% y carbón: 23%). El otro 25 % del uso de la energía está representado por la energía hidroeléctrica: 7%, nuclear: 6% y la procedente de la biomasa con el 12%.

La energía fósil, que ha tardado millones de años en acumularse, se está consumiendo a un ritmo excesivamente acelerado. La explotación petrolera es una actividad minera y no productiva y la posibilidad de mantener este ritmo de extracción por mucho tiempo, parece totalmente improbable (Sarandón, 2002). Las proyecciones más alentadoras acerca de la duración de este recurso, arrojan valores de 80 años (Monsanto & SAGPYA, 2001) mientras que otros hablan de tan sólo 40 años y tal vez menos (Conneman & Fischer, 1999).

Por otro lado, la utilización de este recurso es una de las principales causas de la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera que produce el fenómeno conocido como efecto invernadero, responsable, entre otras cosas, de los cambios climáticos que atravesamos (Goodland, 1992).

Estas causas son más que suficientes para comenzar la búsqueda de energías alternativas que sean renovables, que reduzcan las emisiones de gases y que, sobre todo, sean factibles de ser llevadas a cabo. Entre ellas se encuentran las energías eólica, solar, hidroeléctrica y de la biomasa.

Las posibilidades y limitaciones del uso de la biomasa para satisfacer la demanda energética de la creciente población del futuro es un motivo de análisis en algunos países europeos, como lo atestigua el trabajo de Wolf et al., (2004).

En la actualidad, se ha comenzado a buscar sustitutos de petróleo como combustibles alternativos, en general de fuentes renovables. Una de estas propuestas es aquel combustible que se conoce como biodiesel.

### **Uso del biodiesel como combustible alternativo.**

La energía producida a partir de la BIOMASA (de origen vegetal), es la cuarta fuente de energía en el mundo y es el combustible utilizado por el 75 % de la población mundial (Catullo, 2001). Dentro de sus diversas formas de aprovechamiento, la más común es la del calor que produce la combustión; también se puede obtener energía por gasificación y por la producción de biocombustibles (Catullo, 2001).

Existen dos tipos de biocombustibles: el bioetanol, alcohol producido por la fermentación de productos azucarados, y el biodiesel (BD), ésteres de aceites vegetales obtenidos por reacción de los mismos con metanol en presencia de un catalizador (Calle, 2000). Este último es citado como el combustible alternativo con perspectivas más alentadoras en nuestro país, principalmente por su equivalencia con el gasoil, lo que posibilita su uso en motores diesel sin necesidad de modificaciones significativas (Ugolini, 2002; Monsanto & SAGPyA, 2001; Lenoir, 2002).

Sus ventajas técnicas y ambientales hacen del BD una alternativa particularmente atractiva. Entre las primeras pueden mencionarse su semejanza con el gasoil y su similar rendimiento en motores. Además, debe destacarse su simplicidad de obtención, capacidad de utilizarse en mezclas de cualquier proporción con el gasoil y su punto de inflamación superior a los 130°C entre otras.

Entre las ventajas ambientales, se destaca su característica de ser renovable, la facilidad de degradación, la menor incidencia sobre el efecto invernadero, la disminución de la lluvia ácida y la disminución de las emanaciones de gases contaminantes (Ugolini, 2002; Monsanto & SAGPyA, 2001; Lenoir, 2002; Gaioli & Sala, 2002).

El entusiasmo que ha despertado el biodiesel, ha llevado a que, desde distintos ámbitos, se haya afirmado que nuestras ventajas comparativas en cuanto a la producción de oleaginosas permitirían el autoabastecimiento de la materia prima principal, aludiendo principalmente al caso de la soja por la extensa superficie sembrada (14,53 millones de hectáreas) (Ugolini, 2002; SAGPyA, 2001; Alcalá, 2003).

Sin embargo, a pesar de ello, el uso del biodiesel como combustible alternativo requiere de un análisis que vaya más allá de los mencionados aspectos, para poder evaluar el impacto o las consecuencias que tendría la incorporación de esta tecnología en los agroecosistemas.

Para ello se hará énfasis en algo tan sencillo como analizar cuál es la superficie necesaria de cultivo de las oleaginosas más representativas del país (soja, girasol y colza) para el abastecimiento de la demanda de combustible. A partir de ellos es que quedan planteados la hipótesis y el objetivo de este trabajo:

La hipótesis que se plantea es:

- 1) La posibilidad de reemplazar el combustible fósil utilizado en la agricultura en Argentina por el biodiesel es inviable, debido al volumen de producción requerido para cubrir la necesidad de la materia prima.

El objetivo del trabajo es:

- 1) Obtener estimaciones acerca de la superficie sembrada con las principales oleaginosas (soja, colza y girasol) que es necesaria para materializar esta alternativa.

## METODOLOGÍA

### Cálculo de la superficie necesaria para cubrir la demanda de gasoil del sector agropecuario con biodiesel.

Para llevar a cabo este cálculo se han utilizado algunos datos estadísticos y otros técnicos pertenecientes a distintas fuentes.

A partir de los datos de Ugolini (2000) sobre los metros cúbicos de diesel de petróleo demandados en el ámbito nacional y, teniendo en cuenta la diferencia de poder calórico de ambos combustibles (7.795 Kcal/l del BD contra 8.740 Kcal/l de gasoil) (Lenoir, 2002), se ha calculado la demanda nacional de Biodiesel (tabla 1).

Posteriormente se ha calculado la demanda de grano oleaginoso necesaria para cubrir el requerimiento del biocombustible del sector agropecuario, tomando como dato los factores de conversión presentados por Monsanto y SAGPyA (2001) para soja, girasol y colza que relacionan los litros de biodiesel obtenidos a partir de 1 Kg. de grano. Luego la demanda de grano se dividió por el rendimiento promedio de la campaña 2002/2003 de cada oleaginosa para la provincia de Buenos Aires (datos tomados de [www.sagpya.mecon.gov.ar](http://www.sagpya.mecon.gov.ar)), obteniendo así la superficie a sembrar. Finalmente, este último dato se relacionó con la superficie sembrada en la campaña 2003/2004 tomando como fuente los datos presentados por la SAGPYA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación).

## RESULTADOS

Los resultados pueden apreciarse en las tablas 1 y 2.

Tabla 1: Cantidad de BD equivalente a la demanda nacional de gasoil (m<sup>3</sup>)

RUBRO	DEMANDA DE GASOIL		DEMANDA DE BD
	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>
Transporte de cargas	5.000.000	41	5.600.000
<b>Sector Agropecuario</b>	<b>4.500.000</b>	<b>37</b>	<b>5.040.000</b>
Automotores diesel	1.700.000	14	1.904.000
Transporte urbano de pasajeros	830.000	6,5	929.600
Transporte interurbano de pasajeros	210.000	1,5	235.200
Total	12.240.000	100	13.708.800

Fuente: construido sobre la base de datos de la SAGPyA y de Ugolini, 2002.

Tabla 2: Superficie necesaria para cubrir el consumo del BD del sector agropecuario argentino

		Soja	Girasol	Colza
Demanda nacional de BD (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )	5,04			

Sup semb nac (SS en Ha x 10 <sup>6</sup> )		14,53	1,85	0,02
Rendimiento promedio (Kg/ha)		2506	1704	1368
factor de conversión <sup>(1)</sup>		0,11	0,27	0,33
Demanda de Grano (Tn x 10 <sup>6</sup> )		45,82	18,67	15,27
<b>Superficie necesaria (Ha x 10<sup>6</sup>)</b>		<b>18,28</b>	<b>11,00</b>	<b>11,16</b>
Porcentaje de la SS nacional		126,00	592,00	605,00

<sup>(1)</sup> litros de biodiesel por kilo de grano

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran la imposibilidad de producir el biodiesel (BD) a gran escala, ya que la superficie necesaria para cubrir el consumo de combustible del sector agropecuario argentino excede a la superficie sembrada nacional con las principales oleaginosas (soja, girasol y colza). Esto indica que si se quisiera abastecer solamente al agro con Biodiesel se necesitaría la producción de toda la superficie sembrada y la obtención de mejoras en el rendimiento, por lo que se tendría que dejar de exportar para abastecer al mercado interno (lo que reduciría considerablemente el ingreso de divisas).

Esto sugiere que para que el agro pueda autoabastecerse sería necesario pensar en ampliar la superficie sembrada para lo cual se debería avanzar sobre tierras de menor aptitud agrícola y mayor fragilidad ecológica, las que a su vez no posibilitarían los mismos rendimientos (por lo menos con igual inversión de insumos). Por otra parte, el avance sobre estos ecosistemas más frágiles tendría consecuencias ambientales negativas como la disminución de la biodiversidad, el aumento de la susceptibilidad a la erosión de suelos, la disminución de la capacidad productiva de los mismos, la contaminación por mayor uso de insumos agrícolas ya que por tratarse de sistemas menos productivos la inversión debería ser mayor (principalmente fertilizantes y agroquímicos), etc. (Sarandón, 2002).

Por otro lado, hay que tener en cuenta que los valores presentados en este trabajo acerca de la demanda de grano y la superficie necesaria para cubrir el consumo del BD del sector agropecuario argentino están subestimados, ya que, por un lado, la demanda de combustible del sector agropecuario no incluye los gastos por transporte (agrupados en el rubro transporte de cargas) y, por otro lado, el rendimiento seleccionado para hacer los cálculos es el promedio de la provincia de Buenos Aires que, por tratarse de la zona núcleo productiva, excede a los valores obtenidos en las otras provincias.

Lo dicho anteriormente sirve de evidencia para probar que es inviable abastecer al país con biodiesel de la manera en que se plantea. Esto es obtener el biodiesel a partir de unos pocos cultivos extensivos, de los cuales se extrae el aceite y se produce el combustible a gran escala. Lo que debe analizarse es un planteo que diversifique cultivos minimizando el riesgo de pérdida de cosechas (Algorta Plá, 2003), permitiendo así mismo una producción regional del combustible (y/o a nivel de predio) que reduzca las pérdidas energéticas por transporte y por menor uso de insumos al existir una mayor adaptabilidad ambiental.

El menor uso de insumos permitiría mejorar la eficiencia en el uso de la energía (mayor cantidad de energía cosechada por unidad de energía invertida), ya que en un agroecosistema, el uso de energía proveniente de otras fuentes es, a veces, importantísimo, dependiendo de la intensidad, de los sistemas de manejo y los estilos de agricultura seleccionados. Esta energía entra al sistema no sólo en forma de combustibles, sino en forma de plaguicidas, fertilizantes, riego, labores, etc.

De esta manera podría pensarse en disminuir la demanda de combustible (utilizado directamente en la maquinaria e indirectamente para la fabricación de insumos) para igual cantidad de grano producido, con lo que podría suponerse una mayor viabilidad para la propuesta del uso del combustible alternativo.

Lo dicho anteriormente sienta las bases para futuras líneas de investigación, referidas al análisis de la eficiencia energética del proceso productivo del biodiesel. Igualmente, nuestros estudios preliminares señalan que, en el caso de la soja, el panorama no es

alentador pues se estaría obteniendo menos energía (en litros de combustible producido) que la invertida para llevar a cabo el proceso productivo.

En este sentido, la diversificación de cultivos permitiría aumentar la eficiencia energética pues al realizarse cada uno de ellos en la región a la cual se adapta mejor no sería necesaria tanta inversión en insumos para obtener los rendimientos correspondientes. En cambio si solo se hace sobre la base de unos pocos cultivos en una extensa superficie – cuyo mejor ejemplo es la soja- las distintas condiciones ambientales y de adaptación determinarían la necesidad de subsidiar al sistema con muchos insumos para obtener rendimientos que permitan alcanzar el volumen total requerido. Esto implicaría un mayor consumo de combustible en la obtención de dichos insumos en algún lugar fuera del sistema (producción de agroquímicos, fertilizantes nitrogenados, semillas mejoradas, etc.).

## CONCLUSIÓN

Luego de la información precedente queda claramente manifestado que, con el actual modelo de producción agropecuaria argentino y bajo el supuesto de utilizar a la soja como materia prima, es impensable la idea de abastecer al país –o simplemente al agro- con el biodiesel como única fuente de combustible. Aún si se cambiaran los modelos productivos por aquellos que sean más eficientes en el uso de la energía, estaría siempre latente la disponibilidad de superficie como limitante principal. Por lo tanto para tomar al biodiesel como una alternativa energética habría que pensar en reducir la escala de producción, limitándola simplemente en el ámbito de producción casera para autoabastecimiento, complementando esto con el reciclado de aceites de fritura como parte de la materia prima.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Algorta Plá, J. (2003) Biodiesel: Combustíveis para um futuro sustentável. Primer Congreso Internacional de Agroecología. Porto Alegre, Brasil.
- Calle, M (2000). Biodiesel, combustible extraído de residuos agrícolas [en línea]. Disponible en [http:// www.waste.ideal.es/biodiesel.htm](http://www.waste.ideal.es/biodiesel.htm). visitada el 4 de noviembre de 2003.
- Catullo, J (2001). Biodiesel, Nueva oportunidad energética para territorios rurales [en línea]. Disponible en [http:// www. inta.gov.ar/barrow/info/documentos/radar/biodiesel.htm](http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/radar/biodiesel.htm) visitada el 4 de noviembre de 2003.
- Connemann, J & Fischer, J. (1999) “Biodiesel in Europe 2000, biodiesel processing, technologies and future market development”. Alemania. 1999.
- Dazhong W & D Pimentel (1990) Energy flow in Agroecosystems of Northeast China. In SR Gliessman (Ed.) Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture. Springer-Verlag: 322-336.
- FAO (2000) The Energy and Agriculture Nexus. Environment and Natural Resources Working Paper No. 4. FAO, Rome, 2000. 94pp.
- Gaioli, F & Sala, S (2002). Argentina, Biodiesel y el mecanismo para un Desarrollo Limpio [en línea]. Disponible en [http:// www.sagpya.mecon.gov.ar/0-0/index/agricultura/index\\_agricultura.htm](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-0/index/agricultura/index_agricultura.htm) visitada el 11 de noviembre de 2003.
- Gliessman, SR (2001). Agroecología: Processos ecológicos emm agricultura sustentável. Capítulo 18. Segunda edición. Editorial Universidade/ UFRGS. Porto Alegre, Brasil. Pág. 509-537.
- Goodland, R (1992). La tesis de que el mundo está en sus límites. En: Goodland,R; Daly, H; El Serafy, S y Von Droste, B (editores). Medio ambiente y desarrollo sostenible más allá del Informe Brundtland. pag 19-36. Editorial Trotta-Serie medio ambiente.
- Lenoir, C (2002). Análisis de la producción de Biodiesel [en línea]. Disponible en [http:// www.ingenieroambiental.com/Biodiesel/Biodiesel.htm](http://www.ingenieroambiental.com/Biodiesel/Biodiesel.htm) visitada el 4 de noviembre de 2003.

- Monsanto y SAGPyA (2001). Seminario de Biodiesel "El futuro del pasado", Santa Fe 2001 [en línea]. Disponible en <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-0/index/institucional/biodiesel/master.pdf> visitada en octubre de 2003.
- Sarandón SJ (2002) La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En Santiago J. Sarandón (editor): Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. Capítulo 1:23-47.
- Ugolini, J (2002). Biodiesel, Estudio para determinar la factibilidad técnica y económica del desarrollo del Biodiesel [en línea]. Disponible en <http://www.ciara.com.ar/biodiesel.pdf> visitada el 4 de noviembre de 2003.
- Wolf J, PS Bindraban, JC Luijten & LM Vleeshouwers (2003) Exploratory study on the land area required for global food supply and the potential global production of bioenergy. Agricultural Systems 76: 841-861.
- [www.sagpya.mecon.gov.ar](http://www.sagpya.mecon.gov.ar) visitada el 11 de junio de 2005.